哀牢山铗捕小兽群落元素现存量与原子比率*

吴德林　邓向福　徐 跃

（中国科学院昆明生态研究所）

摘　要

本文分析、计算了中华姬鼠和中华鼩蝟的氮、磷、钾、钠、钙、镁、钡、铝、铁、铜和锌的含量及原子比率。发现除氮外，其它元素含量均有种间差异。此外，估算了10个元素的现存量。

关键词：元素组成，元素现存量，原子比率，中华姬鼠，中华鼩蝟。

由于IBP的推动而很强调研究生态系统的物质与能量的流动。小型兽类已成为许多能量研究的目标。然而关于元素循环的研究却很少（Gentry *et al*., 1975），国内未见报道（夏武平，1984）。估计各种元素的现存量是研究元素循环的第一步。同时，各种元素也遵循生物地理化学循环中化学计量的关系，因此当研究元素间的关系以及将来最终研究生态系统内不同比较成份间的转换系数时，原子比率的研究则具有重要意义。

研究方法

元素循环研究中第一步是判明动物如何被捕捉和预备进行化学分析。1987年在云南景东县哀牢山亚热带湿性常绿阔叶林（北纬24°32′，东经101°01′，2400米）中活捕中华姬鼠和中华鼩蝟共37只。每只动物记录重量、年龄、性别等后作死亡处理，用清水冲洗皮毛以除去灰尘。待血凝后去掉肠胃内含物。在低于70°C下干燥，称重，粉碎。然后，样品用H_2SO_4-$HClO_4$消化。用半微量凯氏定氮法测定样品中的全氮含量，而钾、钠用HITACHI 170-30型原子吸收光度计测定，其它元素则是用PLASMA-200型等离子发射光谱仪测出。每种元素的原子量除其含量（百万分之一）即为原子比率。

结果与讨论

一、身体元素组成及原子比率　因为对生态系统内每一个生物组份的估价是按照其

* 冯祚建先生惠寄文献，练健生同志协助计算，哀牢山森林生态系统定位站予以支持，一并致谢。
本文1989年9月5日收到，1990年2月13日修回。

表1 铗捕小兽元素组成 ppm干重

Tab. 1. Elemental composition (ppm dry weight) of small mammals captured by snap-traps

种类 元素		中华姬鼠 *Apodemus draco* (N=17)	中华鼩蝟 *Neotetracus sinensis* (N=20)	全部个体 (N=37)
氮 (N)	平均值±标准误 M±SE	73253±3572	44050±3495	57459±3461
	T值	1.32		
磷 (P)	平均值±标准误 M±SE	15388±756	31074±801	23867±399
	T值	13.69		
钾 (K)	平均值±标准误 M±SE	7315±304	18710±268	13475±956
	T值	26.46		
钠 (Na)	平均值±标准误 M±SE	4231±178	1272±13	2631±256
	T值	17.42		
钙 (Ca)	平均值±标准误 M±SE	28523±1653	35720±1474	32413±1249
	T值	3.22		
镁 (Mg)	平均值±标准误 M±SE	942±50	2089±44	1562±99
	T值	17.49		
钡 (Ba)	平均值±标准误 M±SE	22±1	13±1	17±1
	T值	4.17		
铝 (Al)	平均值±标准误 M SE	460±23	1362±56	1093±101
	T值	17.05		
铁 (Fe)	平均值±标准误 M±SE	295±18	677±74	502±52
	T值	4.48		
铜 (Cu)	平均值±标准误 M±SE	18±1	54±5	38±3
	T值	5.63		
锌 (Zn)	平均值±标准误 M±SE	115±12	210±20	166±14
	T值	3.69		

生物量和每一个元素含量的乘积 (Beyers *et al.*, 1971)，所以元素含量的知识无疑是很重要的。虽然有大量关于动物体化学成份的报道，但其中多数是各种组织与器官的元

素组成和含量，然而对于估算元素现存量这些材料是不合适的。涉及兽类整个身体元素组成的工作则比较少见（Gentry *et al.*, 1975）。

小兽整体消化与碾碎消化不同处理方式元素含量间并无显著差异（Beyers *et al.*, 1971），因而在本文仅采用了后一种处理方式。表 1 和表 2 分别列出了两种小兽11种元素的干重含量与原子比率。

表 2　两种小兽各元素的原子比率或相对含量*

Tab. 2. Atomic rations or relative concentration of various elements in the bodies of two species of small mammals

种类 / 元素	中华姬鼠 *Apodemus draco* (N = 17)	中华鼩蝟 *Neotetracus sinensis* (N = 20)	全部动物 (N = 37)
氮 (N)	100	100	100
钾 (K)	3.782±0.308	16.935±1.126	11.024±1.264
钠 (Na)	3.754±0.346	1.983±0.152	2.796±0.230
钙 (Ca)	14.296±1.168	33.160±3.412	24.493±2.465
磷 (P)	10.189±1.023	36.906±3.392	24.631±2.899
镁 (Mg)	0.797±0.917	3.263±0.284	2.049±0.240
铝 (Al)	0.334±0.017	2.147±0.222	1.314±0.191
钡 (Ba)	0.003±0.000	0.004±0.001	0.003±0.001
铜 (Cu)	0.006±0.001	0.031±0.004	0.019±0.003
铁 (Fe)	0.110±0.013	0.410±0.040	0.272±0.033
锌 (Zn)	0.039±0.009	0.162±0.060	0.106±0.032

* 全部元素按对氮元素的百分比加减一个标准误表示。

Beyers *et al.* (1971) 曾认为，除随体尺大小而变化含量的元素如铁之外，小兽种类间各种元素含量并无显著差别。Gentry *et al.* (1975) 指出，1973年Nabholz分析过 9 个物种的14种元素，并发现其中10种元素具有种间差别；他对沙漠啮齿动物的相似研究也证实了Nabholz的发现。陈俨梅(1989)近来也指出几种小型啮齿类身体成份——磷、钙、镁含量具有种间的不同。表 1 表明，中华姬鼠和中华鼩蝟的11种元素含量间除氮元素外，其余10种元素含量都有极显著的物种间的差异。然而，小型兽类物种间元素含量的差异大小不如植物种间元素含量的差异，而动植物之间元素含量的差别则更惊人。

二、元素现存量　上述二个种类生物量之和占整个铗捕小兽群落生物量绝大部份，而且它们各自占地面生活小兽不同营养层的多数（吴德林等，1983），从而这二个种类所含元素的现存量不但占整个铗捕小兽群落中包含物质的多数而具有代表性，并且它们身体元素组成、原子比率及现存量等的知识对该生态系统中不同营养层间物质循环的研究具有重要意义。

除氮元素外，其它元素平均含量能够用来估计野外研究的现存量，Gentry *et al.* (1975) 提出其表达式为，

$E = C \cdot W$；　$S = E/A$，

式中，E是某个元素的总量，C是单位重量的平均含量，W是相同单位的干重生物量，S是单位面积上元素现存量，A是面积。根据上式，按照本文前述测定的两个物种各元素的含量并结合相同季节估算的干重生物量（吴德林等，1983），一公顷面积样地上10种元素的现存量估计值列为表3。

表3　小兽元素现存量

Tab. 3. Standing crops of elements in the small mammals　　(g/ha)

种类	钾 (K)	钠 (Na)	钙 (Ca)	磷 (P)	镁 (Mg)	铝 (Al)	钡 (Ba)	铜 (Cu)	铁 (Fe)	锌 (Zn)
中华姬鼠 *Apodemus draco*	0.941	0.544	3.669	1.979	0.121	0.059	0.003	0.002	0.038	0.015
中华鼩鼱 *Neotetracus sinensis*	1.374	0.093	2.623	2.282	0.153	0.120	0.001	0.004	0.050	0.015
总计	2.315	0.637	6.292	4.261	0.274	0.179	0.004	0.006	0.088	0.030

为了估计元素现存量，一些作者曾建立过各种表达式。因为元素现存量为其含量与生物量之乘积，因此元素现存量预测工作应是以测报各种元素含量作为基础。Beyers *et al*.（1971）指出，1963年Davis和Gelley以及1966年Bowen曾企图以干兽类组织材料建立兽类元素含量表格；兽干重元素含量（百万分之一）=0.33干骨元素含量（百万分之一）+0.67干肌肉元素含量（百万分之一）曾被使用。但显然忽略了血液和内部器官的元素组成。Gentry *et al*.（1975）列出*Peromyscus polionotus* 12个元素含量和*Sigmodon hispidus* 15个元素含量对湿体重（活重）的回归关系，此外，还对27种小兽各15种元素各平均干重含量对平均干体重的回归予以总结。这里，限于材料，我们仅就中华姬鼠元素的预测作一初步尝试。结果发现，除氮元素外，10种元素中绝大部份元素含量（Y）分别与鼠体干重（W_a）有关，与干重指数（W_a^2和W_a^3）有关，与湿重倒数（1/W）有关，或者与干重W_a、湿重（W）共同有关，各F值均达显著或极显著水平。详情列于表4。

表4　中华姬鼠元素含量预测

Tab. 4. Prediction of element concentration for *Apodemus draco*

元素	方程式	F值
钾 (K)	$Y=-0.27314W_d+9.48913$	13.047
钠 (Na)	$Y=-0.35499W_d+0.16419W+3.59815$	16.5081
磷 (P)	$Y=-0.50757W_d+19.4398$	5.1955
镁 (Mg)	$Y=-0.07323W_d+0.02723W+0.95187$	4.6239
铝 (Al)	$Y=-0.2203W_d+0.6364$	7.2327
铜 (Cu)	$Y=0.0001W_d^3+0.01531$	5.32625
铁 (Fe)	$Y=-4.19827\frac{1}{W}-0.00089W_d^2+0.54998$	4.4962

为了避免生态系统内不同代表性兽类的难以采集、加工和化学分析，建立、发展关于各个元素含量的预报方程是必要的。我们的工作尚属初步，有待进一步深入。

参考文献

吴德林、王光焕、邓向福等　1983　亚热带山地常绿阔叶林铗捕小兽群落结构　Ⅰ、组成分析及生物量。云南哀牢山森林生态系统研究　314 云南科技出版社。

陈伊梅　1989　内蒙古锡林河流域四种小啮齿类若干身体组成成份的研究。兽类学报　9（2）：146—153。

夏武平　1984　中国兽类学进展。兽类学报　4（3）：223—238。

Beyers, R. J., M. H. Smith, J. B. Gentry *et al.* 1971 Standing Crops of Elements and Atomic Ratios in a Small Mammal Community. *Acta Theriologica*, 16 (14): 203-211.

Gentry, J. B., L. A. Briese, D. W. Kaufman *et al.* 1975 Elemental Flow and Standing Crops for Small Mammal Populations. In: Small Mammals: Their Productivity and Population Dynamics (Ed. F. B. Golley), 205-221, Cambridge University Press, London.

STANDING CROPS OF ELEMENTS AMD ATOMIC RATIOS FOR A SMALL MAMMAL COMMUNITY CAPTURED BY SNAP-TRAPS IN THE AILAO MOUNTAINS

Wu Delin　Deng Xiangfu　Xu Yao

(*Kunming Institute of Ecology, Academia Sinica*)

The measurement of standing crops of various elements is first step toward understanding mineral cycling in ecological systems. At the same time, it is very important to investigate the atomic ratios when studying the relationshops between various elements and ultimately, the transfer coefficients between different compartments of certain system.

The biomass of *Apodemus draco* and *Neotetracus sinensis* account for most of the total trap-captured small mammal biomass, so that it can represent this community. Specimens of *A. draco* and *N. sinensis* were collected in a mountainous broad-leaved forest (24°32′N, 101°01′E, 2400m) of Jingdong County, Yunnan in 1987. Each animal was dried under 70°C, weighted, ground, and digested by H_2SO_4-$HClO_4$. They were individually analyzed for nitrogen on Semi-trace Kjeldahl Method, and for potassium, sodium, calcium, phosphorum, magnesium, alumium, barium, copper and zinc on the Inductively-Coupled Plasma Emission Sectromery. The biomass on gram dry weight per hectare times the concentrations of the elements presented in this

paper equals the standing crop of these elements per hectare. The atomic ratios were calculated by dividing the concentration (ppm) by the atomic weight of every element. The results show that there are significant differences between average concentrations of various elements for *A. draco* and *N. sinensis*, except nitrogen. The different cocrete numbers on the element concentrations, the atomic ratios of elements, and the standing crops of elements have been shown in text.

Key words: Elemental composition, Standing crop of element, Atomic ratio, *Apodemus draco*, *Neotetracus sinensis*